



Measurements of Two-Particle Correlations with respect to Higher-Order Event Planes in $s_{NN} = 200$ GeV Au + Au Collisions at RHIC-PHENIX

著者	轟木 貴人
その他のタイトル	RHIC-PHENIX $s_{NN} = 200$ GeV 金・金衝突実験における二粒子相関の反応平面依存性の測定
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2013
報告番号	12102甲第6748号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00122251

氏 名（本 籍 地）	轟木 貴人（ 神奈川県 ）			
学 位 の 種 類	博 士（ 理学 ）			
学 位 記 番 号	博 甲 第6748号			
学位授与年月日	平成26年 2月28日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審 査 研 究 科	数理解物質科学研究科			
学 位 論 文 題 目	Measurements of Two-Particle Correlations with respect to Higher-Order Event Planes in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au + Au Collisions at RHIC-PHENIX (RHIC-PHENIX $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金・金衝突実験における二粒子相関の反応平面依存性の測定)			
主	査	筑波大学准教授	博士(理学)	江角 晋一
副	査	筑波大学教授	理学博士	三明 康郎
副	査	筑波大学講師	博士(理学)	中條 達也
副	査	筑波大学准教授	博士(理学)	原 和彦

論文の要旨

米国ブルックヘブン国立研究所(BNL)における相対論的重イオン加速器(RHIC)の PHENIX 実験で金・金衝突実験を行い、2粒子相関の手法を用いてジェット分布を測定し、クォーク・グルーオン・プラズマ(QGP)とジェット変貌の相互関係を調べる研究を行った。QGP とはビッグ・バン直後の宇宙初期や中性子星内部に存在する高温・高密度の物質状態・物質相であり、その状態は、その膨張発展を経て QGP 相から通常の核物質等のハドロン相へ相転移すると考えられている。RHIC 実験のエネルギー領域では、QGP 生成を示す結果として、高エネルギークォークの QGP 中でのエネルギー損失と、QGP の方位角異法的な膨張発展がある。本研究では、これら 2 つの結果の相互関係を調べる事を目的とした。

先ず、PHENIX 実験中心ラピディティ領域で測定した 2 つの荷電ハドロン(トリガー粒子、アソシエート粒子)間の 2 粒子 $\Delta\phi$ 相関分布 c_2 を測定する。次に、前後方ラピディティ領域の(ラピディティ領域の離れた)粒子により決定した高次の反応平面を用いて、荷電ハドロンの方角異方性 v_n を測定する。これにより得られた v_n を用いて flow 寄与の 2 粒子バックグラウンド(BG)分布を求める。この BG 分布を上の 2 粒子相関分布 c_2 から差し引き、2 粒子相関によるジェット分布を観測した。これまでの楕円的な方位角異方性のみを考慮した flow 寄与の BG 分布を使った解析に比べて、本研究では高次異方性からの寄与を考慮し、ジェット分布の形状が QGP によりいかなる影響を受けたかを調べた。特に中間横運動量領域で、トリガー粒子に対して逆方位角方向の 2 ピーク構造(マッハ・コーン構造)は、2 次平面による異方性のみを考慮した以前の解析に比べ小さくはなったが、中心衝突度によっては依然として観測される事を示唆した。高次の異方性を考慮した 2 粒子相関分布の解析は世界的にも新たな試みであるが、本研究の重要点は、トリガー

粒子の方位角を高次反応平面に対して限定しながら、この2粒子相関の分布を測定した事にある。つまり、2次、及び3次の反応平面に対するトリガー粒子の方位角を選択して、2粒子相関分布を測定する事により、トリガー粒子やアソシエート粒子のQGP中での通過距離依存性を調査した。特に2次の楕円型反応平面による依存性が極めて大きく、その中心衝突度に対する依存性を観測した。楕円形状の短軸方向にトリガー粒子を選んだ場合には、QGP中での通過距離に応じてパートンのエネルギー損失によるアソシエート粒子の減少を観測し、逆に長軸方向に選んだ場合には、その通過距離に応じて失われたエネルギーの再分配によるアソシエート粒子の増加を観測した。一方で、3次の方位角異方性の基準軸に対する解析では、逆方向へ向かうトリガー粒子方向とアソシエート粒子方向が、基準軸（v3 発展方向）とそれに対して60度異なる直行軸に対応するため、トリガー粒子方向とその逆方向でエネルギー損失と再分配の効果が反転する事を見いだした。

これらの実験結果により、これまでの理論的モデルのうち、説明可能なモデルを限定する事が出来た。またこの結果は、衝突直後の幾何学形状から膨張するQGP中でのエネルギー損失によりジェット分布がいかなる影響を受けるかを調べるだけではなく、そのエネルギー損失がQGPへどのような影響を逆に与えるのかという、2つの側面を持ち合わせソフト・ハード間の相互関係を理解する手がかりを得る事が出来た。

審 査 の 要 旨

〔批評〕

高エネルギー原子核衝突実験を遂行し、データ解析を行い、2粒子ジェット相関分布の高次の反応平面に対する依存性を用いて、反応領域の幾何学的形状によるジェット分布の変化を測定した事は、世界的にも新しい。特に、2次の楕円の幾何学的形状だけではなく、3次の三角的幾何学的形状に関する依存性を調べ、QGP中でのパートンのエネルギー損失及び、失ったエネルギーのQGPへの再分配に関する研究を進め、ソフト・ハード間の相互関係を理解する手がかりを得た。

〔最終試験結果〕

平成26年1月27日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

〔結論〕

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。